

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-113561
(43)Date of publication of application : 07.05.1993

(51)Int.Cl. G02F 1/1335
G02B 5/30

(21)Application number : 03-272852

(71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1991

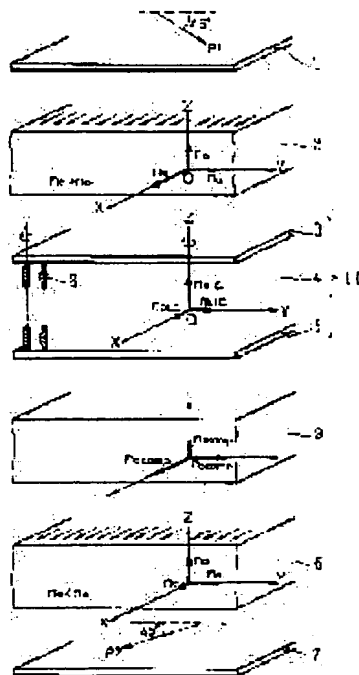
(72)Inventor : JIYAN FUREDERITSUKU KUREERU
HIROSE SHINICHI

(54) PERPENDICULAR ORIENTATION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical compensating means for expanding the visual field angle of the perpendicular orientation type liquid crystal display device in which liquid crystal molecules are arranged perpendicularly to substrates.

CONSTITUTION: This display device has a liquid crystal cell (10) which has positive optical activity with the direction perpendicular to the substrates 3, 5 as its optical axis, the optical compensating means 9 which has negative optical activity with the direction perpendicular to the plane as its optical axis, a 1st retardation plate 2 which has positive optical axis with one direction within the plane parallel with the substrates 3, 5 as its optical axis and generates a phase difference of nearly a quarter wavelength, a 1st polarizer 1 which has the axis of polarization in the direction having nearly 45° with the optical axis of the 1st retardation plate 2, a 2nd retardation plate 6 which has negative optical activity with the direction nearly parallel with the optical axis of the 1st retardation plate 2 as its optical axis and generates a phase difference of a nearly quarter wavelength, and a 2nd polarizer 7 which has the axis of polarization in the direction nearly orthogonal with the axis of polarization of the 1st polarizer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.1992

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.10.1995

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japanese Publication for Unexamined Patent Application
No. 113561/1993 (Tokukaihei 5-113561)

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to Claims 1, 7, 42, 47, 48, 72, and 78 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[CLAIM]

[Claim 1]

A liquid crystal display apparatus of a vertical alignment type, comprising:

a liquid crystal cell, nematic liquid crystal of which is aligned substantially vertical to a substrate when no electric field is applied, said liquid crystal cell having positive optical activity whose optical axis is in a direction vertical to said substrate;

optical compensation means for generating a phase difference of substantially $(1/4)$ of a wavelength, disposed adjacent to said liquid crystal cell, said optical compensation means having negative optical activity whose optical axis is in a direction vertical to a plane;

a first retardation plate, disposed on one side of said liquid crystal cell, said first retardation plate

having positive optical activity whose optical axis is in one of directions of a plane parallel to said substrate;

a first polarizer, disposed in a position on an outward side of said first retardation plate, said first polarizer having a polarization axis in a direction that makes a substantial 45 degree with said optical axis of said first retardation plate in a plane parallel to said substrate;

a second retardation plate for generating a phase difference of substantially $(1/4)$ of a wavelength, disposed on the other side of said liquid crystal cell, said second retardation plate having negative optical activity whose optical axis is in a direction substantially parallel to said optical axis of said first retardation plate in said plane parallel to said substrate; and

a second polarizer, disposed in a position on an outward side of said second retardation plate, said second polarizer having a polarization axis in a direction that makes a substantially right angle with said polarization axis of said first polarizer in said plane parallel to said substrate.

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

[0028]

The present invention has an object to provide a liquid crystal display apparatus that is provided with optical compensation means that is able to improve optical characteristics of a liquid crystal display apparatus.

[0029]

The present invention has another object to constitute a circular-polarization polarizer by using an optical sections, which are produced with ease, so as to provide an optical compensation apparatus for a liquid crystal display apparatus of a vertical alignment type, which is able to improve a transmission, without reducing an angle of visibility.

[0032]

[EFFECTS OF THE INVENTION]

A first circular-polarization polarizer is constituted with a first retardation plate, whose optical axis direction is in a plane, and a first polarizer, while a second circular-polarization polarizer is structured with a second retardation plate, whose optical axis is in the plane, and a second polarizer. This arrangement improves the transmittance of the liquid crystal apparatus as a whole.

[0033]

Moreover, the first retardation plate is prepared

from a raw material having positive optical activity, while the second retardation plate is made of a raw material having negative optical activity.

[0034]

Use of the circular-polarization polarizers, together with optical compensation means, maintains the angle of visibility at a large value.

[0035]

[EMBODIMENT]

Figure 1 shows a liquid crystal display apparatus of an embodiment of the present invention. A liquid crystal cell 10 is provided with a nematic liquid crystal layer 4 between a pair of substrates 3 and 5. Liquid crystal molecules 8, which is a nematic liquid crystal, has a high refractive index with respect to a longitudinal direction. When an electric field is in an off-state, the liquid crystal molecules 8 are aligned substantially vertical to the substrates 3 and 5.

[0036]

In this state, the liquid crystal layer 4 has a high refractive index n_{eLC} in a direction vertical to the substrates 3 and 5, while having a low refractive index n_{oLC} in a substrate in-plane direction. In short, the liquid crystal layer 4 has positive optical activity.

[0037]

On one side of the liquid crystal cell 10, provided is an optical compensation plate 8. The optical compensation plate 8 has negative uniaxial optical anisotropy whose refractive index in a direction (Z) vertical to the plane is small. The negative optical anisotropy of the optical compensation plate 8 compensates positive optical anisotropy of the liquid crystal layer 4.

[0038]

On outward sides of the liquid crystal cell 10 and the optical compensation plate 8, provided are retardation plates 2 and 6. The retardation plate 2 has uniaxial optical anisotropy which has a refractive index N_e in an in-plane direction (an X axis direction) that is higher than other refractive indexes of the uniaxial optical anisotropy of the retardation plate 2 in other directions. Meanwhile, the retardation plate 6 is made of a uniaxial optical medium whose refraction index N_e in the X axis direction, which is identical with the optical axis direction, is lower than other refractive indexes in the other directions.

[0039]

In short, the retardation plate 2 has the positive optical activity having the optical axis in the X axis

direction, while the retardation plate 6 has the negative optical activity having the optical axis in the X axis direction. Each retardation of both the optical compensation plates 2 and 6 is canceled out, as a whole. On outward sides of the retardation plates 2 and 6, provided are a pair of orthogonal polarizers 1 and 7. The polarizers 1 and 7 have a polarization axis P1 and P2, respectively, which are respectively arranged in directions that make a 45 degree with the X axis and a Y axis.

[0040]

In the prior art, the retardation plates of a pair of an envelope polarizers are identical in characteristics and have an orthogonal arrangement. On the other hand, the present embodiment has such an arrangement in which retardation plates have the uniaxial medium having opposite characteristics whose optical directions are put in a same direction.

[0041]

A thickness of the retardation plates 2 and 6 is decided so as to generate a phase difference (retardation) of $(1/4)$ of a wavelength, if possible. When the phase difference of $(1/4)$ of the wavelength is generated, a linear polarization polarizer 1 and the retardation plate 2 constitute a dextro-rotatory

circular polarization polarizer, while the retardation plate 6 and a linear polarization polarizer 7 constitute a levo-rotatory circular polarization polarizer.

[0042]

Figure 2 is a schematic diagram that explains an operation of the liquid crystal display apparatus shown in Figure 1. Light, which is introduced into the polarizer 1 from outside, is converted into linear-polarized light via the polarizer 1. The polarization axis P1 of the polarizer 1 makes a 45 degree with the x and the Y axis directions. Therefore, the polarization component of the X axis direction and that of the Y axis direction have an equal intensity in a same phase, as shown in Figure 2(A).

[0043]

When the thickness of the retardation plates is decided so that the phase difference of $(1/4)$ of the wavelength is generated via the retardation plates that having the high refractive index in the X axis direction, regarding the light, which has been passed though the retardation plates, a polarized light component in the X axis direction is lagged for $(1/4)$ of the wavelength with respect to a polarized light component in the Y axis direction.

[0044]

In short, as shown in Figure 2(b), when the polarized light component in the X axis direction is lagged for $(1/4)$ of wavelength with respect to the polarized light component in the Y axis direction, the polarized light component becomes a circularly-polarized light that rotates in the plane, as shown in the figure on a left hand side.

[0045]

When the refractive index in the X axis direction is low, the polarized light component in the Y axis direction is lagged with respect to the polarization component in the X axis direction, on contrary to the case shown in Figure 2(b). For this reason, attained are polarized light components E_x and E_y , as shown in Figure 2(c), which are combined to be light that rotates in the plane as shown in Figure 2(C) on a left hand side.

[0046]

The above arrangement can widen the angle of visibility to about 50 degree, while increasing the transmittance to about 2.5%.

[0047]

For example, the retardation plate 2 having the positive optical activity is made of a polycarbonate

film that is extended in one direction. The polycarbonate film has a thickness that is decided so that the phase difference of $(1/4)$ of the wavelength is generated.

[0048]

Moreover, the retardation plate 6 having the negative optical activity is made of a polymethyl methacrylate (PMMA) film that is extended in one direction. The retardation plate 6 also has a thickness that is decided so that the phase difference of $(1/4)$ of the wavelength is generated. Those raw materials have a refractive index whose dispersion is less than or equal to 5 % in a visible region between 440 nm and 700 nm.

[0049]

Furthermore, a value of a parasite transmittance T , which is generated by the dispersion of the refractive index, is $T < \sin^2 (0.0125\pi)$; that is, $T < 0.2\%$. Thus, only such a display apparatus, whose operation is not affected by the value, can be used.

[AMENDMENT]

[0045]

The above amendment, according to a simulation, widens the angle of visibility to about 50 degree (contrast = 5:1), while improving the transmittance in the ON-state to about 2.5%, with respect to light

having a wavelength of $0.55\mu\text{m}$, for example where the retardation having the positive optical activity: $N_e = 1.555$, $N_o = 1.5$, film thickness $(d) = 2.5 \mu\text{m}$, the liquid crystal cell 10 having the positive optical activity: And $[(n_{eLC} - n_{oLC}) \times \text{thickness}] = 1\mu\text{m}$, the retardation plate 6 having the negative optical activity: $N_e = 1.555$, $N_o = 1.5$, film thickness $(d) = 2.5 \mu\text{m}$.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許公開番号

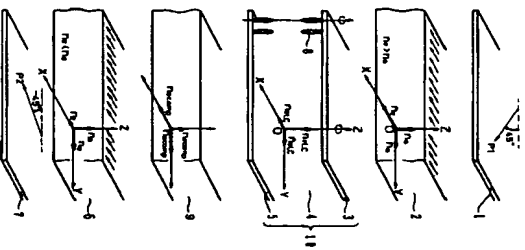
特開平5-113561

(51)Int.Cl. ⁴	機配記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	7724-2K	
G 0 2 B	5/30	7724-2K		

審査請求 有 請求項の数2(全 10 項)

(21)出願番号	特願平3-272852	(71)出願人	000062303
(22)出願日	平成3年(1991)10月21日	スタンレー電気株式会社	
		東京都目黒区中目黒2丁目9番13号	
		ジヤン フレデリック クレール	
		東京都町田市高ヶ坂81-12 D 3	
		(72)発明者	広瀬 伸一
		神奈川県伊勢原市東大竹1555-1 堀村ハイツ7号	
		(74)代理人	弁理士 高橋 敏四郎

- (54)【発明の名称】 垂直配向型液晶表示装置
- (57)【要約】 (修正有)
- 【目的】 液晶分子が基板に垂直に配列する垂直配向型液晶表示装置の視野角を拡大するための光学補償手段を提供する。
- 【構成】 基板と垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セル(10)と、面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する光学補償手段と、前記基板と平行な面内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、ほぼ1/4波長の位相差を生じさせる第1リターデーション板2と、第1リターデーション板の光軸とほぼ45度の角度をなす方向に偏光軸を有する第1偏光器1と、第1リターデーション板の光軸に対してほぼ平行な方向を光軸とする負の光学活性を有し、ほぼ1/4波長の位相差を生じさせる第2リターデーション板6と、第1偏光器の偏光軸とほぼ直交する方向に偏光軸を有する第2偏光器7とを有する。



(2)

状態の反射が生じるようになる。

【00005】このため、液晶分子が基板表面にはほぼ垂直に配列した垂直配向型液晶表示装置の視野角は著しく制限されることになる。視野角を拡大するために、光学補償板を用いることが提案されている。

【00006】図3は、垂直配向型液晶表示装置の光学補償の一形態を示す。図3において、入射側の偏光器11に続いて、基板13、液晶層14、基板15を用いて構成された液晶セル12が配置され、この液晶セル12に平行に光学補償板16が配置され、出射側偏光器17が配置されている。偏光器11と17は、互いに直交配向された直交リニア偏光器を構成する。

【00007】液晶分子18は、長軸方向に高い屈折率 n_{eolc} を有し、長軸に垂直な平面内で均質な低い屈折率 n_{olc} を有する。ここで、屈折率 n_{e} は屈折率 n_{o} よりも大きい値を有する、 $n_{\text{eolc}} > n_{\text{olc}}$ 。光学補償板16は、基板に垂直な方向に光軸を有する一軸性光学媒体で形成され、その光軸方向の屈折率 n_{recomp} は面内方向の屈折率 n_{ocomp} より小さく選択されている、 $n_{\text{eolc}} < n_{\text{ocomp}}$ 。

【00008】すなわち、液晶層14は正の光学活性を有し、光学補償板16は負の光学活性を有する。これら正の光学活性と負の光学活性とが互いに補償し、結果として液晶表示装置の視野角を拡大する。

【00009】図3に示す構成においては、膜の厚さ方向に屈折率が低い光学媒体を用いる必要がある。このような光学媒体は未だ製造工程に問題があり、容易に大量生産することができない。

【00010】図4は、光学補償機構の他の形態を示す。基板13、15が液晶層14を挟んで液晶セルを構成し、その外側に光学補償板22、26が配置され、さらにその外側に偏光器21、27が配置されている。液晶セル12は、図3に示した液晶セルと同様であり、電界を加えない状態において液晶分子18は基板13、15にはほぼ垂直に配列され、正の光学活性を有する。

【00011】光学補償板22は、二軸性の光学異方性を有し、その屈折率 n_1 、 n_2 、 n_3 は、 $n_1 > n_2 > n_3$ の関係を有する。最も小さい屈折率 n_3 を有する軸が光学補償板22の厚さ方向に配置され、最も大きな屈折率 n_1 を有する軸(γ軸)、次に大きな屈折率 n_2 を有する軸(X軸)が光学補償板22の面内方向に配置される。

【00012】他の光学補償板26は、光学補償板22と同様に $n_1 > n_2 > n_3$ の屈折率を有する二軸性媒体で構成され、最も小さな屈折率 n_3 を有する軸が光学補償板26の厚さ方向に配置される。

【00013】また、光学補償板22で最大の屈折率 n_1 が配向されたγ軸方向に、光学補償板26の2番目の屈折率 n_2 を有する軸方向が配向される。したがって、光学補償板22で2番目に大きな屈折率 n_2 が配向される。

(3)

方向には、光学補償板26では最大の屈折率 n_1 が配置される。

【0014】光学補償板22、26を合わせて考えると、 x 軸方向の屈折率は n_1 と n_2 であり、 y 方向の屈折率は n_2 と n_1 であり、面内方向の光学特性はほぼ均質となる。また、 z 軸方向の屈折率は最小の屈折率 n_3 であり、光学補償板22、26全体として負の光学活性を構成する。

【0015】これら光学補償板22、26の外側に直交偏光器21、27が配置される。これら偏光器21、27の偏光軸P1、P2は、 x 軸および y 軸に45度の角度を有する方向に配置される。

【0016】光学補償板22、26は好ましくは x 軸方向と y 軸方向の偏光成分に関し、それぞれ(1/4)波長の位相差(リターデーション)を生じるように厚さが選定されている。

【0017】リニア偏光器と(1/4)波長板との組み合わせは、円偏光器を構成する。また、光学補償板22、26のように面内方向の屈折率の大小が反転した構成は、一方が右旋性であれば他方が左旋性となる。

【0018】図5は、視野角を拡大する光学補償機構の他の形態を示す。液晶層14を挟んで基板13、15が配置され、液晶セル12を構成し、液晶セル12の外側に直交偏光器21、27が配置される点は、図4の場合と同様である。

【0019】本構成においては、液晶セル12と偏光器21の間に配置されるリターデーション板32は、面内方向(x 軸方向)に光軸を有する一軸性材料で構成される。

【0020】また、液晶セル12と偏光器27の間に配置されるリターデーション板36は、直交する面内方向(y 軸方向)に光軸を有する一軸性材料で構成される。なお、リターデーション板32、36の面内の矢印は製造工程における延伸方向を示す。

【0021】リターデーション板32、36を併せて考えると、リターデーション板32、36は全体として負の光学活性を有する光学媒質を構成する。また、リターデーション板32、36をそれぞれ(1/4)波長の位相差(リターデーション)を与える厚さとして、偏光器21とリターデーション板32の組み合わせが右旋性円偏光器を構成し、リターデーション板36と偏光器27の組み合わせが左旋性円偏光器を構成する。

【0022】図4の構成は、二軸性光学材料を必要とするので、その製造プロセスが複雑化する。これに対し、図5の構成は一軸性光学材料を用いて構成できるので、その製造プロセスが簡単になる。

【0023】視野角をコントラストが5:1となる領域に限って上述の3つの構成と比較すると、図3の構成において視野角は約50度、図4の構成においては約30度、図5の構成においては約25度となる。また、全構

成の垂直入射光に対する透過率は図3の場合、約1.5%、図4の場合、約2.5%、図5の場合、約2.5%となる。

【0024】すなわち、図3に示す1枚の負の光学活性を有する光学補償板で液晶セルを補償すると、視野角は広がるが、透過率が低い。

【0025】図4、図5のようにリニア偏光器と光学補償板ないしリターデーション板を組み合わせて円偏光器を構成し、液晶セルの両側に配置すると、透過率が約50%以上も増大する。しかし、視野角は狭くなってしまふ。

【0026】また、図3～図5の構成において、最も製造し易いのは図5の構成であり、この場合、視野角はさらに狭くなってしまう。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】従来の技術によれば、視野角が広く、透過率が高い垂直配列型液晶表示装置用の光学補償手段は得にくかった。

【0028】本発明の目的は、液晶表示装置の光学特性を改善することのできる光学補償手段を備えた垂直配列型液晶表示装置を提供することである。

【0029】本発明の他の目的は、製造が容易な光学部材を用い、円偏光器を構成し、視野角を減じることなく透過率を向上させることのできる垂直配列型液晶表示装置用光学補償装置を提供することである。

【0030】

【課題を解決するための手段】本発明の垂直配列型液晶表示装置は、電界を印加しない状態で、ネマチック液晶が基板にほぼ垂直に配列し、基板と垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セルと、液晶セルに隣接して配置され、面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する光学補償手段と、前記液晶セルの一方の側に配置され、前記基板と平行な面内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第1リターデーション板と、第1リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸とほぼ45度の角度をなす方向に偏光軸を有する第1偏光器と、前記液晶セルの他方の側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸に対してほぼ平行な方向に光軸とする負の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第2リターデーション板と、前記第2リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1偏光器の偏光軸とほぼ直交する方向に偏光軸を有する第2偏光器とを有する。

【0031】また、本発明の液晶表示装置用光学補償装置は、液晶を收容することのできる空間を画定する一対の基板と面に垂直な方向を光軸とする負の光学異方性を有する光学補償手段とを含む中央構造と、前記中央構造上に配置された一対の一軸性光学媒体の板で、一方は面

(4)

内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、他方は前記一方面に平行な方向を光軸とする負の光学活性を有する移相手段とを含む。

【0032】

【作用】面内に光軸方向を有する第1リターデーション板と x 軸方向により、第1の円偏光器を構成し、面内に光軸方向を有する第2リターデーション板と第2偏光器によって第2の円偏光器を構成する。この構成により、液晶表示装置全体の透過率を向上することができ

る。

【0033】また、第1のリターデーション板を正の光学活性を有する材料で構成し、第2のリターデーション板を負の光学活性を有する材料で構成する。

【0034】これらの円偏光器を光学補償手段と併せて用いることにより、視野角を大きな値に保つことが可能

る。

【0035】

【実施例】図1に、本発明の実施例による液晶表示装置を示す。液晶セル10は、一対の基板3、5の間にネマチック液晶層4を收容する。ネマチック液晶の液晶分子8は、長軸方向に高い屈折率を有する。電界オフの状態において、液晶分子8は基板3、5にほぼ垂直に配列する。

【0036】この状態において、液晶層4は基板3、5に垂直な方向に高い屈折率 n_{HLC} を有し、基板面内方向に均一で低い屈折率 n_{OLC} を有する。すなわち、液晶層4は正の光学活性を有する。

【0037】液晶セル10の一方の面に面と垂直(z)方向の屈折率が小さい負の一軸性光学異方性を有する光学補償板8が配置されている。この光学補償板8の負の光学異方性は液晶層4の正の光学異方性を補償する。

【0038】液晶セル10と光学補償板8の外側にはリターデーション板2と6が配置されている。リターデーション板2は、面内方向の一方(x 軸方向)に他の方向より高い屈折率 n_x を有する一軸性の光学異方性を有する。また、リターデーション板6は、上述の光軸方向と同一の方向である x 軸方向に他の方向より低い屈折率 n_y を有する一軸性の光学媒質で構成される。

【0039】すなわち、リターデーション板2は x 軸方向に光軸を有する正の光学活性を有し、リターデーション板6は x 軸方向に光軸を有する負の光学活性を有する。両光学補償板2、6のリターデーションは全体として直交する。リターデーション板2、6の外側には一対の直交偏光器P1、P2が配置される。これらの偏光器1、7の偏光軸P1、P2は、それぞれ x 軸および y 軸に45度の角度をなす方向に配置される。

【0040】従来の技術による一対のエンベロープ偏光器のリターデーション板が同一特性のものを直交配置されたものであるのに対し、本実施例のリターデーション板は逆の性質を有する一軸性媒質を光軸方向を揃えて配

置いたものである。

【0041】リターデーション板2、6の厚さは、好ましくは(1/4)波長の位相差(リターデーション)を生じるように選択される。(1/4)波長の位相差を生じるとき、リニア偏光器1とリターデーション板2は右旋性円偏光器を構成し、リターデーション板6とリニア偏光器7は左旋性円偏光器を構成する。

【0042】図2は、図1の液晶表示装置の動作を説明するための概略図である。外部より偏光器1に入射する光は、偏光器1によってリニア偏光に変換される。偏光器1の偏光軸P1は、 x 軸方向と y 軸方向に対して45度の角度を有するため、 x 軸方向および y 軸方向の偏光成分を考慮すると、図2(A)に示すように円偏し、任意の偏光成分が得られる。

【0043】 x 軸方向の屈折率が低いリターデーション板を通し、リターデーション板の厚さを(1/4)波長の位相差を生じるように選定すると、リターデーション板を通過した後の光については、 x 軸方向の偏光成分が y 軸方向の偏光成分に対して(1/4)波長分遅れる。

【0044】すなわち、図2(B)に示すように、 x 軸方向の偏光成分が(1/4)波長遅れると、偏光成分は図中左側に示す方向で回転する円偏光となる。

【0045】 x 軸方向の屈折率が低い場合には、図2(B)の場合と逆に x 軸方向の偏光成分に対して y 軸方向の偏光成分が遅れる。このため、図2(C)に示すような偏光成分E x 、E y が得られ、これらの合成としての光は、図2(C)左側に示すように面内で回転する。

【0046】このように構成により、視野角を約50度と広くしつつ、かつ透過率を約2.5%と高くすることができる。

【0047】たとえば、正の光学活性を有するリターデーション板2は、一方面に延伸したポリカーボネート膜で形成される。このポリカーボネート膜の厚さは(1/4)波長の位相差を生じるように選択されている。

【0048】また、負の光学活性を有するリターデーション板6は、1軸方向に延伸したポリメチルメタクリレート(PMMA)膜で構成される。このリターデーション板6の厚さは(1/4)波長の位相差を生じるように選定される。これらの材料の屈折率の分散は、440nmから700nmの可視領域において5%以下である。

【0049】また、屈折率の分散により生じる寄生透過率 T の値は、 $T < \sin^2(0.0125\pi)$ すなわち、 $T < 0.2\%$ と小さく、この選択表示装置においては、 T と Δn を小さくものに制限される。

【0050】以上実施例によって本発明を説明したが、本発明にこれらに開示されるものではない。たとえば、膜の変異、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

(5)

製造が簡単で、視野角が広く、透過率の高い液晶表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による液晶表示装置を示す概略斜視図である。

【図2】図1の液晶表示装置の動作を説明するためのグラフである。

【図3】従来の技術による液晶表示装置の構成例を示す斜視図である。

【図4】従来の技術による液晶表示装置の構成例を示す斜視図である。

視図である。

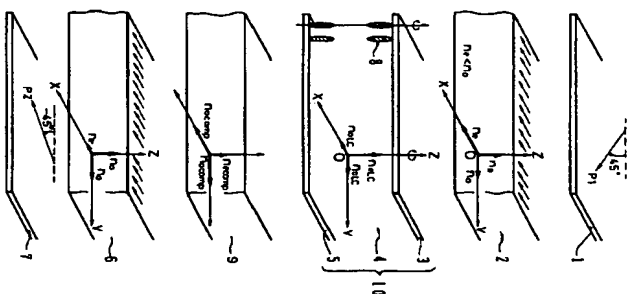
【図5】従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

視図である。

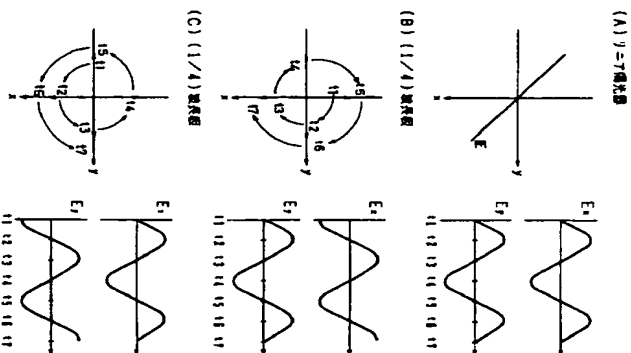
【符号の説明】

- 1、7 偏光器（リニア偏光器）
- 2、6 光学補償板
- 3、5 基板
- 4 液晶層
- 8 液晶分子
- 10 液晶セル

【図1】

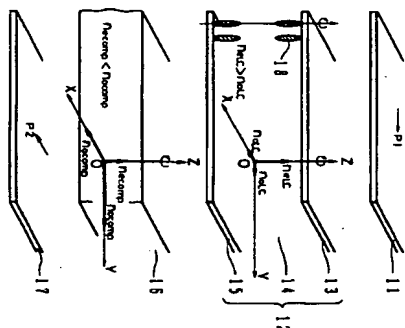


【図2】



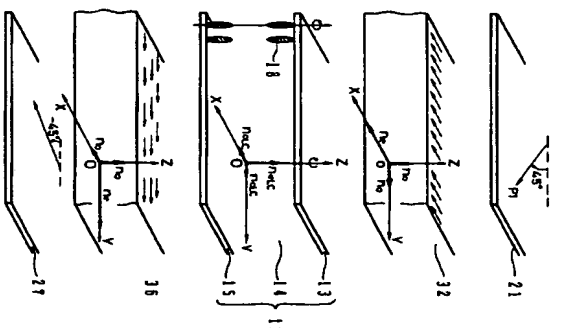
【図3】

従来の技術



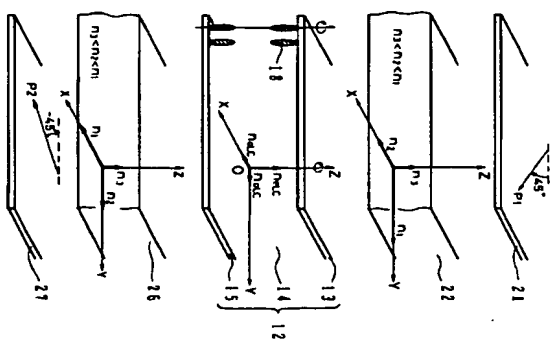
【図5】

従来の技術



【図4】

従来の技術



(6)

(7)

- 【手続補正書】
【提出日】平成4年10月13日
【手続補正2】
【補正対象項目名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正内容】
【図番号】 明細書
【発明の名称】 垂直面配向型液晶表示装置
【特許請求の範囲】
【請求項1】 電界を印加しない状態で、ネマチック液晶が基板にはほぼ垂直に配列し、基板と垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セルと、液晶セルに隣接して配置され、面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する光学補償手段と、前記液晶セルの一方の側に配置され、前記基板と平行な面内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第1リターデーション板と、第1リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸とはほぼ45度の角度をなす方向に偏光軸を有する第1偏光器と、前記液晶セルの他方の側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸に対してはほぼ平行な方向を光軸とする負の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第2リターデーション板と、第2リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1偏光器の偏光軸とはほぼ直交する方向に偏光軸を有する第2偏光器とを有する垂直配向型液晶表示装置。
【請求項2】 液晶を収容することのできる空間を画定する一対の基板と面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する光学補償手段とを含む中央構造と、前記中央構造上に配置された一対の一軸性光学媒体の板で、一方は面内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、他方は前記一方向に平行な方向を光軸とする負の光学活性を有する位相手段とを含む液晶表示装置用光学補償装置。
【発明の詳細な説明】
【0001】
【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示装置に関し、特に液晶分子が基板に垂直に配列する垂直配向型液晶表示装置の視野角を拡大するための補償手段に関する。
【0002】
【従来の技術】 液晶表示装置の一態として、液晶分子が基板にはほぼ垂直に配列したホモトロピック液晶表示装置が知られている。たとえば、ホモトロピック液晶セルを挟んで直交偏光子を配置する。

【0003】液晶セルに電圧が印加されないオフ状態においては、一方の偏光子を透過した光は、液晶セルで影響されることなく、他方の偏光子に到達し、直交偏光子によって遮断される。
【0004】ところが、基板に対して垂直な光の場合は問題ないが、入射角が増大すると、入射光の偏光状態が液晶の波面折性によって影響され、遮断されるべき光が他方の偏光子を透過するようになる。このため、オフ状態とオフ状態とのコントラストが低下し、さらには白黒状態の反転さえ生じようになる。
【0005】このため、液晶分子が基板表面にはほぼ垂直に配列した垂直配向型液晶表示装置の視野角は著しく制限されることになる。視野角を拡大するために、光学補償板を用いることが提案されている。
【0006】図3は、垂直配向型液晶表示装置の光学補償の一形態を示す。図3において、入射側の偏光器11に続いて、基板13、液晶層14、基板15を用いて構成された液晶セル12が配置され、この液晶セル12に平行に光学補償板16が配置され、出射側偏光器17が配置されている。偏光器11と17は、互いに直交配置された直交リニア偏光器を構成する。
【0007】液晶分子18は、長軸方向に高い屈折率 n_{eLC} を有し、長軸に垂直な平面内で均質な低い屈折率 n_{oLC} を有する。ここで、屈折率 n_{e} は屈折率 n_{o} よりも大きい値を有する、 $n_{\text{eLC}} > n_{\text{oLC}}$ 。光学補償板16は、基板に垂直な方向に光軸を有する一軸性光学媒体で形成され、その光軸方向の屈折率 n_{comp} は面内方向の屈折率 n_{ocomp} より小さく選択されている、 $n_{\text{comp}} < n_{\text{ocomp}}$ 。
【0008】すなわち、液晶層14は正の光学活性を有し、光学補償板16は負の光学活性を有する。これら正の光学活性と負の光学活性とが互いに補償し、結果として液晶表示装置の視野角を拡大する。
【0009】図4は、光学補償機構の他の形態を示す。基板13、15が液晶層14を挟んで液晶セルを構成し、その外側に光学補償板22、26が配置され、さらにその外側に偏光器21、27が配置されており、液晶セル12は、図3に示した液晶セルと同様であり、電界を印加しない状態において液晶分子18は基板13、15にはほぼ垂直に配列され、正の光学活性を有する。
【0010】光学補償板22は、二軸性の光学異方性を有し、その屈折率 n_1 、 n_2 、 n_3 は、 $n_1 > n_2 > n_3$ の関係を示す。最も小さい屈折率 n_3 を有する軸が光学補償板22の厚さ方向に配置され、最も大きな屈折率 n_1 を有する軸(γ軸)、次に大きな屈折率 n_2 を有する軸(×軸)が光学補償板22の面内方向に配置される。
【0011】他の光学補償板26は、光学補償板22と同様に $n_1 > n_2 > n_3$ の屈折率を有する二軸性媒体で

(8)

構成され、最も小さな屈折率 n_3 を有する軸が光学補償板26の厚さ方向に配置される。
【0012】また、光学補償板22で最大の屈折率 n_1 が配置されたγ軸方向に、光学補償板26の2番目の屈折率 n_2 を有する軸方向に配置される。したがって、光学補償板22で2番目に大きな屈折率 n_2 が配置される方向には、光学補償板26で最大の屈折率 n_1 が配置される。
【0013】光学補償板22、26を合わせて考え、×軸方向の屈折率 n_1 と n_2 であり、γ方向の屈折率は n_2 と n_1 であり、面内方向の光学特性はほぼ均質となる。また、z軸方向の屈折率は最小の屈折率 n_3 であり、光学補償板22、26全体として負の光学活性を構成する。
【0014】これら光学補償板22、26の外側に直交偏光器21、27が配置される。これら偏光器21、27の偏光軸P1、P2は、×軸およびγ軸に45度の角度を有する方向に配置される。
【0015】光学補償板22、26は好ましくは×軸方向とγ軸方向の偏光成分に関し、それぞれ(1/4)波長の位相差(γターデーション)を生じようように厚さが選定されている。
【0016】リニア偏光器と(1/4)波長板との組み合わせは、円偏光器を構成する。また、光学補償板22、26のように面内方向の屈折率の大小が反転した構成は、一方が右旋性であれば他方が左旋性となる。
【0017】図5は、視野角を拡大する光学補償機構の他の形態を示す。液晶層14を挟んで基板13、15が配置され、液晶セル12を構成し、液晶セル12の外側に直交偏光器21、27が配置される点は、図4の場合と同様である。
【0018】本構成においては、液晶セル12と偏光器21の間に配置されるリターデーション板32は、面内方向(×軸方向)に光軸を有する一軸性材料で構成される。
【0019】また、液晶セル12と偏光器27の間に配置されるリターデーション板36は、直交する面内方向(γ軸方向)に光軸を有する一軸性材料で構成される。
なお、リターデーション板32、36の面内の矢印は製造工程における延伸方向を示す。
【0020】リターデーション板32、36を併せて考えると、リターデーション板32、36は全体として負の光学活性を有する光学媒体を構成する。また、リターデーション板32、36をそれぞれ(1/4)波長の位相差(γターデーション)を与える厚さとする、偏光器21とリターデーション板32の組み合わせが右旋性円偏光器を構成し、リターデーション板36と偏光器27の組み合わせが左旋性円偏光器を構成する。
【0021】図4の構成は、二軸性光学材料を必要とするので、その製造プロセスが複雑化する。これに対し、

図5の構成は一軸性光学材料を用いて構成できるので、その製造プロセスが簡単になる。

【0022】視野角をコントラストが5:1となる領域に限って上述の3つの構成を比較すると、図3の構成において視野角は約50度、図4の構成においては約30度、図5の構成においては約25度となる。また、全構成の垂直入射光に対するON状態の透過率は図3の場合、約1.5%、図4の場合、約2.5%、図5の場合、約2.5%となる。

【0023】すなわち、図3に示す1枚の負の光学活性を有する光学補償板で液晶セルを補償すると、視野角は広くなるが、透過率が低い。

【0024】図4、図5のようにリニア偏光器と光学補償板ないしリターデーション板を組み合わせて円偏光器を構成し、液晶セルの両側に配置すると、透過率が約50%以上も増大する。しかし、視野角は狭くなってしまふ。

【0025】また、図3〜図5の構成において、最も製造し易いのは図5の構成であり、この場合、視野角はさらに狭くなってしまふ。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】 従来の技術によれば、視野角が広、透過率が低い垂直配向型液晶表示装置用の光学補償手段は得にくかった。

【0027】本発明の目的は、液晶表示装置の光学印特性を改善することのできる光学補償手段を備えた垂直配向型液晶表示装置を提供することである。

【0028】本発明の他の目的は、製造が容易な光学部材を用い、円偏光器を構成し、視野角を減じることなく透過率を上させることのできる垂直配向型液晶表示装置用光学補償装置を提供することである。

【0029】

【課題を解決するための手段】 本発明の垂直配向型液晶表示装置は、電界を印加しない状態で、ネマチック液晶が基板にはほぼ垂直に配列し、基板と垂直な方向を光軸とする正の光学活性を有する液晶セルと、液晶セルに隣接して配置され、面に垂直な方向を光軸とする負の光学活性を有する光学補償手段と、前記液晶セルの一方の側に配置され、前記基板と平行な面内の一方を光軸とする正の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第1リターデーション板と、第1リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸とはほぼ45度の角度をなす方向に偏光軸を有する第1偏光器と、前記液晶セルの他方の側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1リターデーション板の光軸に対してはほぼ平行な方向を光軸とする負の光学活性を有し、ほぼ(1/4)波長の位相差を生じさせる第2リターデーション板と、前記第2リターデーション板より外側に配置され、前記基板と平行な面内で前記第1偏光器の偏光軸とはほぼ直交する方

(9)

向に偏光軸を有する第2偏光器とを有する。

【00301】また、本発明の液晶表示装置用光学補償装置は、液晶を収容することのできる空間を画する一対の基板上面に垂直な方向を光軸とする負の光学異方性を有する光学補償手段とを含む中央構造と、前記中央構造上に配置された一対の一軸性光学媒体の板で、一方は前記の一方方向を光軸とする正の光学異方性を有し、他方は前記一方方向に平行な方向を光軸とする負の光学異方性を有する位相手段とを含む。

【00311】

【作用】面内に光軸方向を有する第1リターデーション板と第1偏光器により、第1の円偏光器を構成し、面内に光軸方向を有する第2リターデーション板と第2偏光器によって第2の円偏光器を構成する。この構成により、液晶表示装置全体の透過率を向上することができ

る。

【00321】また、第1のリターデーション板を正の光学異方性を有する材料で構成し、第2のリターデーション板を負の光学異方性を有する材料で構成する。

【00331】これらの円偏光器を光学補償手段と併せて用いることにより、視野角を大きな値に保つことができる。

【00341】

【実施例】図1に、本発明の実施例による液晶表示装置を示す。液晶セル10は、一対の基板3、5の間にネマチック液晶層4を収容する。ネマチック液晶の液晶分子8は、長軸方向に高い屈折率を有する。電界オンの状態において、液晶分子8は基板3、5にはば垂直に配列する。

【00351】この状態において、液晶層4は基板3、5に垂直な方向に高い屈折率 n_{alc} を有し、基板面内方向に均一で低い屈折率 n_{olc} を有する。すなわち、液晶層4は正の光学異方性を有する。

【00361】液晶セル10の一方の側に面と垂直(2)方向の屈折率が小さい負の一軸性光学異方性を有する光学補償板9が配置されている。この光学補償板9の負の光学異方性は液晶層4の正の光学異方性を補償する。

【00371】液晶セル10と光学補償板9の外側にはリターデーション板2と6が配置されている。リターデーション板2は、面内の一方(×軸方向)に他の方向より高い屈折率 n_e を有する一軸性の光学異方性を有する。また、リターデーション板6は、上述の光軸方向と同一の方向である×軸方向に他の方向より低い屈折率 n_o を有する一軸性の光学異方性を有する。

【00381】すなわち、リターデーション板2は×軸方向に光軸を有する正の光学異方性を有し、リターデーション板6は×軸方向に光軸を有する負の光学異方性を有する。両光学補償板2、6のリターデーションは全体としては消滅する。リターデーション板2、6の外側には一対の直交偏光器1、7が配置される。これらの偏光器

1、7の偏光軸P1、P2は、それぞれ×軸およびy軸に45度の角度をなす方向に配置される。

【00391】従来の技術による一対のエンベロープ偏光器のリターデーション板が同一特性のものを直交配置させたものであるのに対し、本実施例のリターデーション板は逆の性質を有する一軸性異方性を光軸方向を揃えて配置したものである。

【00401】リターデーション板2、6の厚さは、好ましくは(1/4)波長の位相差(リターデーション)を生じるように選択される。(1/4)波長の位相差を生じるとき、リニア偏光器1とリターデーション板2は右旋性円偏光器を構成し、リターデーション板6とリニア偏光器7は左旋性円偏光器を構成する。

【00411】図2は、図1の液晶表示装置の動作を説明するための概略図である。外部より偏光器1に入射する光は、偏光器1によってリニア偏光に変換される。偏光器1の偏光軸P1は、×軸方向とy軸方向に対して45度の角度を有するため、×軸方向およびy軸方向の偏光成分を考察すると、図2(A)に示すように同相で等しい強度の偏光成分が得られる。

【00421】×軸方向の屈折率が高いリターデーション板を通し、リターデーション板の厚さを(1/4)波長の位相差を生じように選定すると、リターデーション板を通じた後の光については、×軸方向の偏光成分がy軸方向の偏光成分に対して(1/4)波長分遅れる。

【00431】すなわち、図2(B)に示すように、×軸方向の偏光成分が(1/4)波長遅れると、偏光成分は図中左側に示すように面内で回転する円偏光となる。

【00441】×軸方向の屈折率が低い場合には、図2(B)の場合と逆に×軸方向の偏光成分に対してy軸方向の偏光成分が遅れる。このため、図2(C)に示すような偏光成分Ex、Eyが得られ、これらの合成としての光は、図2(C)左側に示すように面内で回転する。

【00451】このような構成により、たとえ正の光学異方性を有する液晶セル10の Δn_{alc} と n_{alc} と n_{olc} とを $n_{\text{alc}} - n_{\text{olc}} = 0.8 \mu\text{m}$ 、負の光学異方性を有する光学補償板9の $\Delta n_{\text{olc}} = -0.8 \mu\text{m}$ 、負の光学異方性を有するリターデーション板6を $n_e = 1.5$ 、 $n_o = 1.5$ とした時、シミュレーションによれば、波長 $0.55 \mu\text{m}$ の光に対して視野角を約50度(コントラスト $\approx 5:1$)と広くしつつ、かつON状態の透過率を約2.5%と高くすることができ

る。

【00461】たとえば、正の光学異方性を有するリターデーション板2は、一方面に延伸したポリカーボネート膜で形成される。このポリカーボネート膜の厚さは(1/4)波長の位相差を生じように選択されている。

【00471】また、負の光学異方性を有するリターデ-

(10)

ーション板6は、1軸方向に延伸したポリメチルメタクリレート(PMMA)膜で構成される。このリターデーション板6の厚さも(1/4)波長の位相差を生じように選択される。これらの材料の屈折率の分散は、440nmから700nmの可視領域において5%以下である。

【00481】また、屈折率の分散により生じ得る寄生透過率Tの値は、 $T < \sin^2(0.0125\pi)$ すなわち、 $T < 0.2\%$ となり、この偏表示装置として動作にほとんど影響を与えないものに制限できる。

【00491】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。たとえば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【00501】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、製造が簡単で、視野角が広く、透過率の高い液晶表示装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による液晶表示装置を示す概略斜視図である。

【図2】図1の液晶表示装置の動作を説明するためのグラフである。

【図3】従来の技術による液晶表示装置の構成例を示す斜視図である。

【図4】従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図5】従来の技術による液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

- 【符号の説明】
- 1、7 偏光器(リニア偏光器)
 - 2、6 光学補償板
 - 3、5 基板
 - 4 液晶層
 - 8 液晶分子

